

Schöne Zeit

Mini-Kreis-LED-Uhr MKLU1

Die neue Mini-Kreis-LED-Uhr ist ein einfach aufzubauender Bausatz, der mittels einer in der Mitte angeordneten LED-Matrix und eines rundherum geführten LED-Kreis die Uhrzeit in einem schicken Design anzeigt. Neben den weiteren Anwendungsmöglichkeiten als Küchentimer oder Stoppuhr hat der Bausatz zusätzliche Features wie die Möglichkeit zur Anzeige des Datums oder der Temperatur. Technische Besonderheiten sind u. a. ein USB-Eingangsfiler, absetzbare Funktionstasten und ein frei platzierbarer Lichtsensor sowie die Möglichkeit zum Anschluss eines DCF-Moduls.

Allgemeines

Die Stunden und Minuten der Uhrzeit werden bei der Mini-Kreis-LED-Uhr in der 175 LEDs zählenden, bereits vorbestückten LED-Matrix, angezeigt. Die Sekunden werden über ebenfalls bereits verlötete 60 rote und grüne LEDs im äußeren Ring dargestellt. Das Datum oder die aktuelle Raumtemperatur können per Tastendruck im LED-Matrix-Display angezeigt werden. Über Funktionstasten können außerdem eine Stoppuhr sowie ein Küchentimer aktiviert werden, bei dem ein Piezosummer das Erreichen der eingestellten Zeitdauer signalisiert. Im Gegensatz zu unserem beliebten Kreis-LED-Wecker [1] sind bei diesem Bausatz nur wenige einfache Lötarbeiten erforderlich.

Die Helligkeit der LEDs ist einstellbar, kann aber auch über einen vorhandenen (frei platzierbaren) Lichtsensor der aktuellen Umgebungshelligkeit angepasst und nachgeführt werden. Die komplette Bedienung der Mini-Kreis-LED-Uhr wird über fünf (absetzbare) Funktionstasten realisiert. Neben einer separaten, batteriegepufferten und kalibrierbaren Echtzeituhr besteht die Möglichkeit zum Einsetzen eines DCF-Moduls. Für die Versorgung der Mini-Kreis-LED-Uhr wird ein handelsübliches USB-Netzteil benötigt, welches über die Micro-USB-Buchse auf der Rückseite angeschlossen wird.

MKLU1

Bestell-Nr.
155482Bausatz-
beschreibung,
und Preis:

www.elv.com



Infos zum Bausatz MKLU1

**Schwierigkeitsgrad:**
mittel**Ungefähre Bauzeit:**
0,75 h**Verwendung SMD-Bauteile:**
SMD-Teile sind bereits
komplett bestückt**Besondere Werkzeuge:**
nein**Lötverfahren:**
ja**Programmierkenntnisse:**
nein**Elektrische Fachkraft:**
nein



n.i.p. = not in place/nicht bestückt

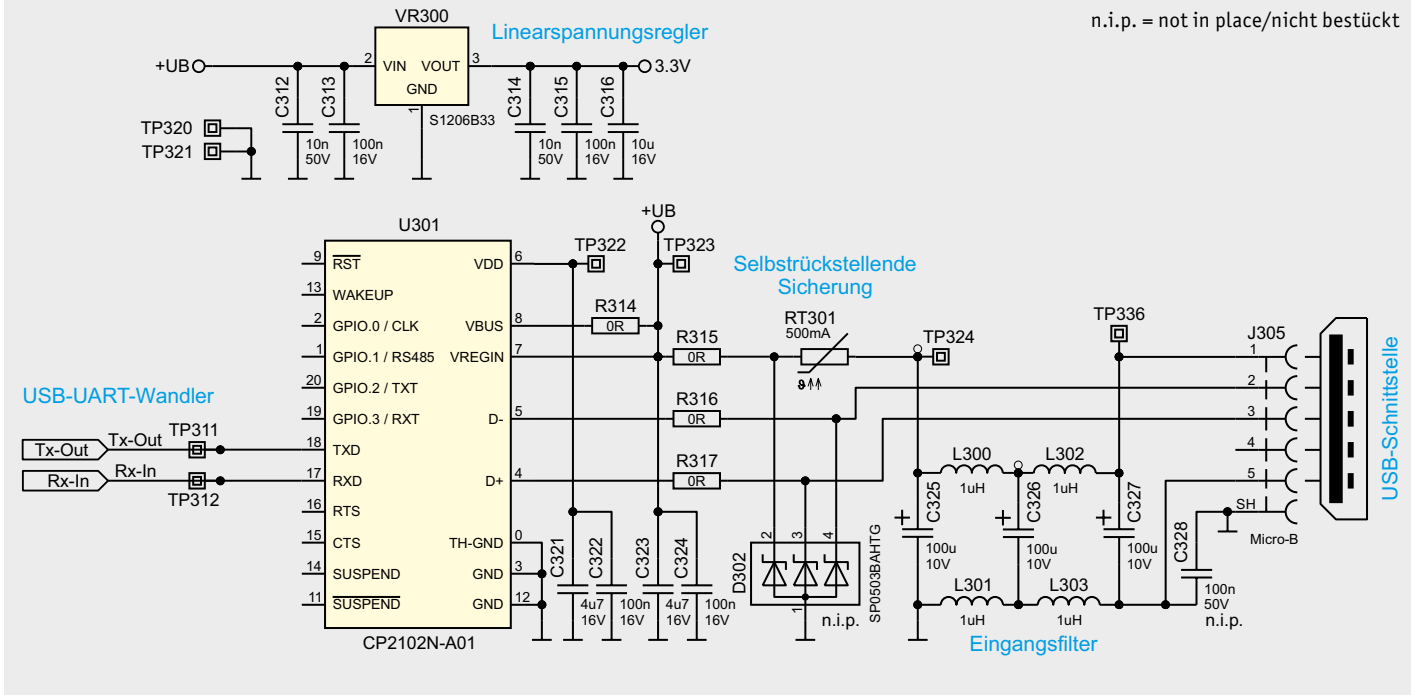


Bild 1: Schaltbild der Spannungsversorgung und des USB-Wandlers bei der MKLU1

Schaltung

Beginnen wir mit der Schaltungsbeschreibung, in [Bild 1](#), [Bild 4](#), [Bild 6](#) und [Bild 7](#) ist die komplette Schaltung des MKLU1 dargestellt.

Spannungsversorgung

Für den Betrieb der MKLU1 werden zwei Spannungsebenen benötigt. In [Bild 1](#) ist das Schaltbild zur Erzeugung der einzelnen Spannungsversorgungen zu sehen. Die Eingangsspannungsversorgung +UB der MKLU1 wird über die USB-Buchse J305 bereitgestellt und beträgt etwa 5 V. Mit dieser Spannung werden die eingesetzten LEDs versorgt.

Ebenfalls aus den anliegenden 5 V der USB-Verbindung wird der Linearregler VR300 von Typ S1206B33 gespeist. Er erzeugt daraus die zweite Spannungsebene von 3,3 V, mit der dann neben dem Mikrocontroller U300 auch die restliche Peripherie versorgt wird. Zur Absicherung des Geräts im Fall eines Kurzschlusses befindet sich direkt hinter dem Filterglied (siehe USB-Netzteile – Probleme) ein PTC-Element, das den Strom im Bedarfsfall begrenzt. Ein Verpolungsschutz ist durch den Einsatz der USB-Buchse automatisch gegeben.

USB-Netzteile – Probleme

Durch die Verwendung moderner Schaltnetzteile haben sich die Standby-Verbräuche bei diversen Geräten stark verbessert. Auch der Platzbedarf sowie die Bauteilkosten dieser Netzteile sind durch den Einsatz der Schaltreglertechnik immer weiter gesunken. So ist es auch mit den typischen USB-Netzteilen, welche schon für wenig Geld zu erhalten sind. Leider gibt es aber negative Eigenschaften, die nicht sofort zu erkennen sind. Schaltnetzteile erzeugen bei der Wandlung der Eingangsspannung in die benötigte Ausgangsspannung zum Teil starke elektromagnetische Störungen, die ihrerseits auch in dem Frequenzband des DCF-Trägersignals liegen können. Durch diese Störungen kommt es immer öfter vor, dass der eigentliche Empfang der DCF-Datenpakete teilweise gestört ist oder gar komplett ausfällt. Leider ist es zuvor nicht erkennbar, welches Schaltnetzteil eventuell stört.

Die Erfahrungen mit aktuellen USB-Netzteilen haben gezeigt, dass die beschriebenen Störanteile zu großen Teilen auch kabelgebunden in die angeschlossenen Geräte gelangen. Meistens fehlen einfach entsprechend gute Ausgangsfilter hinter den eingesetzten Schaltnetzteilen.

Aus diesem Grund wurde bei der MKLU1 ein Eingangsfilter eingeplant (siehe [Bild 2](#)), welches sich direkt hinter der USB-Buchse befindet. Dieses Filterglied, bestehend aus den vier Induktivitäten L300 bis L303 und den drei Kapazitäten C325 bis C327, filtert die kabelgebundenen Störanteile des Netzteils auf der Versorgungs- und auch Masseleitung heraus. In [Bild 3](#) sind die Auswirkungen der Filterung anhand von Aufzeichnungen mit einem Oszilloskop gut zu erkennen. Die beiden oberen Abbildungen zeigen die vom USB-Netzteil gelieferte 5-V-Spannung, die beiden unteren Bilder die bereitgestellte Masse des Netzteils. Die links angeordneten Bilder zeigen Aufnahmen direkt nach der USB-Buchse, die Bilder rechts direkt nach dem Filterglied.

DCF-Empfänger

Neben der Möglichkeit, die Uhrzeit und das Datum manuell über das Menü zu stellen, kann dies auch automatisch mittels eines optionalen DCF-Empfängers [\[2\]](#) erfolgen. Zur Auswertung des DCF-Signals (siehe Elektronikwissen) ist die Datenleitung DATA vom DCF-Modul an den Controller-Pin PB4 geführt.

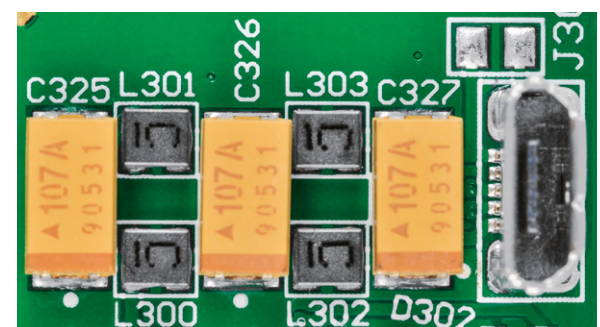


Bild 2: Filterstufe der MKLU1

Das DCF-Modul wird über den 3-poligen Anschluss J300 mit der MKLU1 verbunden und über die 3,3 V des Linearreglers VR300 versorgt.

USB- und UART-Datenschnittstelle

Für die Datenverbindung der MKLU1 mit einem Terminalprogramm muss das vom Computer ankommende differentielle USB-Datensignal in ein für den Mikrocontroller verständliches physikalisches Format gewandelt werden. Hierzu wird das Bauteil U301, ein CP2102N von Silicon Labs, als USB-UART-Wandler eingesetzt (siehe Bild 1). Mit diesem Baustein werden die Daten mit einer Geschwindigkeit von 115,2 kbit/s zwischen der MKLU1 und dem angeschlossenen Computer ausgetauscht. Die Datenverbindung steht auf dem Computer dann als virtueller COM-Port zur Verfügung.

Mikrocontroller und Bedienelemente

Für die Steuerung und Überwachung der angeschlossenen Komponenten wird im MKLU1 der Mikrocontroller U300 vom Typ STM8L151C8U6 eingesetzt (Bild 4). Dieser bietet trotz seiner kompakten Bauform eine Fülle an Port-Pins und Funktionen. Der Mikrocontroller arbeitet bei der MKLU1 mit einem internen RC-Oszillator und benötigt aus diesem Grund keinen externen Quarz.

Die fünf Tasten S300 bis S304 sind direkt am Mikrocontroller über die Port-Pins 14 bis 18 angeschlossen und werden so direkt überwacht. Durch das Drücken eines Tasters wird der Spannungspegel an den jeweiligen Port-Pins von U300 auf das Massepotential gebracht, und der Controller erkennt so eine Betätigung.

RTC mit Back-up-Batterie

Über die I²C-Schnittstelle (Pin 37 und Pin 38) des Mikrocontrollers U300 ist die batteriegestützte Echtzeituhr U302 angeschlossen und kann so gelesen und beschrieben werden. Durch den Einsatz einer CR2032-Lithium-Batterie bleibt im Falle einer Spannungsunterbrechung die Uhrzeit über Jahre erhalten, sofern die Back-up-Batterie BT300 eingelegt ist und diese über eine Spannung von mehr als 1,1 V verfügt. Solange die MKLU1 über die USB-Buchse angeschlossen ist, erfolgt die Spannungsversorgung der Echtzeituhr über die bereitgestellten 3,3 Volt des Linearreglers. Sobald jedoch die USB-Verbindung getrennt wird und die 3,3 Volt des Linearreglers einbrechen, schaltet die Echtzeituhr automatisch in den batteriegestützten Modus um. Anders als bei vielen anderen Echtzeituhren befindet sich der benötigte Taktgeber hier nicht extern als zusätzlicher Uhrenquarz, sondern intern im Chip, wodurch sich der Platzbedarf stark verringert. Die für eine Uhr benötigte Ganggenauigkeit ist bauteilbedingt vorhanden, kann aber zusätzlich durch einen einfach umsetzbaren Kalibrierprozess (siehe Kalibrierung der Echtzeituhr) weiter erhöht werden.

Alarmgeber

Zur akustischen Signalisierung eines abgelaufenen Timers besitzt die MKLU1 den Alarmgeber LS300. Zudem wird er auch als akustisches Bestätigungssignal bei den Einstellungen im Menü verwendet.

Umgebungslichtsensor

Zusätzlich zu einer fest vorgewählten Helligkeit der LEDs, die über die entsprechenden Menüpunkte eingestellt werden kann, ist es mit dem vorhandenen Lichtsensor U303 möglich, ähnlich wie bei aktuellen Fernsehern oder Monitoren, eine dynamische Helligkeitssteuerung zu realisieren. Dadurch passt sich die Helligkeit der LEDs entsprechend der Umgebungshelligkeit an. Der hierzu eingesetzte Lichtsensor vom Typ OPT3001 der Firma Texas Instruments (Bild 5), ist ein digitaler Sensor, der über die I²C-Schnittstelle des Mikrocontrollers angesprochen und ausgelesen wird. Um die dynamische Helligkeitsregelung zu starten, muss diese Funktion im Menü aktiviert werden.

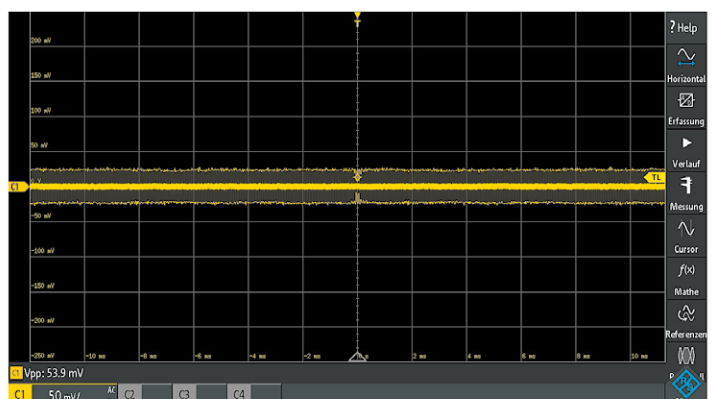
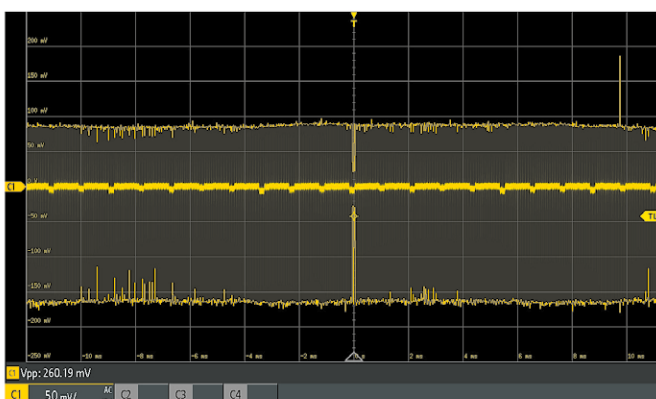
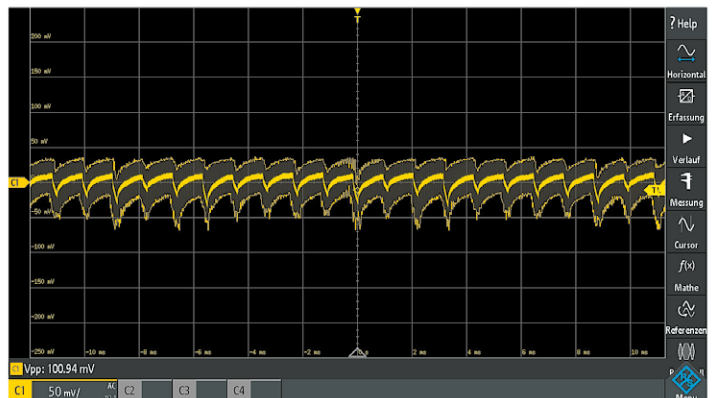
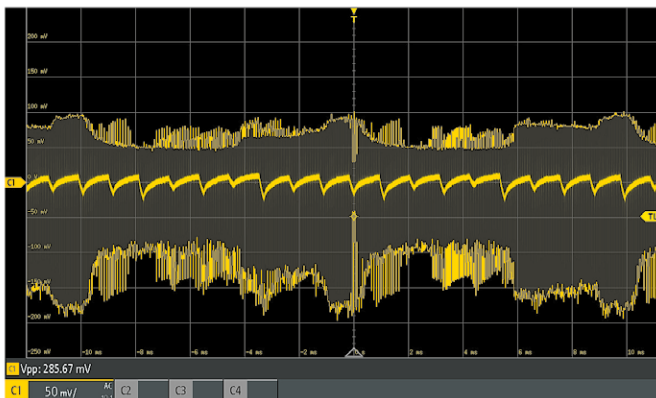


Bild 3: Darstellung der ausgefilterten Störanteile eines USB-Netzteils

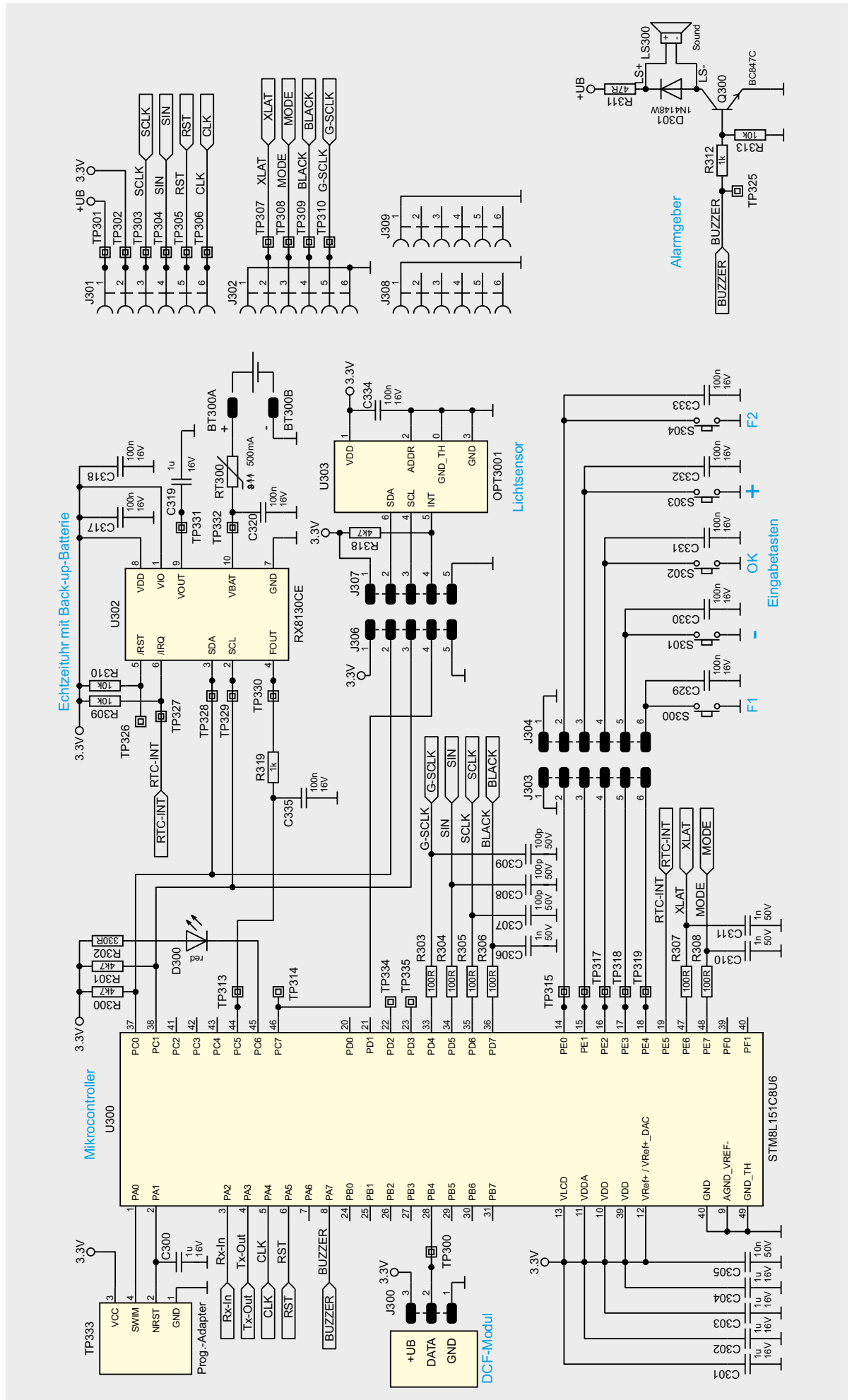


Bild 4: Schaltbild des Mikrocontrollers und der angeschlossenen Peripherie

LED-Treiber

Die in Bild 6 dargestellten LEDs D1 bis D235 werden über ein achtstufiges Multiplexverfahren angesteuert. Diese acht Stufen werden über die Controllerpins PA4 (CLK) und PA5 (RST) mithilfe des Dekadenzählers U1 und der High-Side-Treiberschaltungen rund um Q1 bis Q16 zyklisch angesteuert. Der Dekadenzähler U1 erhält über die Leitung CLK vom Controller U300 bei jedem Wechsel der Multiplexstufe (ca. 1 ms) einen Taktimpuls, der den jeweils nächsten Ausgang auf High-Pegel schaltet und über die angeschlossene Treiberschaltung die entsprechende Multiplexstufe ansteuert. Q9–Q16 dienen hier als Inverter, die den jeweils zugehörigen P-Kanal-MOSFET (Q1–Q8) durchschalten lassen. Der MOSFET legt dann jeweils die bis zu 32 gemeinsamen Anoden der LEDs einer Multiplexstufe an die Versorgungsspannung +UB.

Gleichzeitig werden die Low-Side-Treiber (Stromsenken) U2 und U3 vom Controller U300 angesteuert. Diese Treiberbausteine sind hochwertige 16-Kanal-LED-PWM-Treiber des Typs TLC5946 von Texas Instruments, die speziell zur Ansteuerung von LED-Anzeigen entwickelt wurden und die neben einer Konstantstromregelung (max. 40 mA/Kanal) auch über 6-Bit-Weißabgleichsregister und 12-Bit-PWM-Helligkeitsregister verfügen (Bild 7).

Die Höhe der Ströme, die U2 und U3 pro Kanal bereitstellen, wird gemeinsam für alle Kanäle über die Widerstände R35, R36 und R38, R39 definiert. Der hier gewählte Gesamtwert von 1,3 k Ω stellt einen maximalen Strom von ca. 40 mA pro LED ein. Nach ungefähr 1 ms Anzeigedauer sperren sowohl die Low-Side-Treiber als auch der gerade aktive P-Kanal-Transistor auf der High-Side, und die nächste Multiplexstufe kann angesteuert werden.

Der beschriebene Ablauf zur Ansteuerung der einzelnen Multiplexstufen wiederholt sich von Stufe 1 bis Stufe 8. Anschließend erhält der Dekadenzähler U1 einen Reset-Impuls über die Leitung RST, und der Durchlauf beginnt erneut mit Stufe 1. Bei einem Fehler in der Bestückung oder einem Defekt der bedrahteten LEDs leuchtet zur Signalisierung die LED D236 und/oder die D237, die sich auf der Platine neben den Treiberbausteinen befinden, dauerhaft auf.

Bedienung und Konfiguration

Neben den direkten Tastenfunktionen (Bild 8) sind einige Funktionen über die einzelnen Menüpunkte zu erreichen. Das Menü des MKLU1 ist durch einen langen Tastendruck von mehr als eine Sekunde über die Taste S302 (OK) zu öffnen.

Eine Übersicht des kompletten Menüs mit zusätzlichen Erklärungen wird als PDF-Dokument auf der Produktseite zur Verfügung gestellt [3].

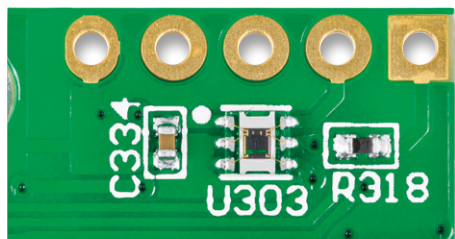


Bild 5:
Platine
mit dem
OPT3001

Innerhalb des Menüs werden die einzelnen Menüpunkte mittels der Tasten S303 (+) oder S301 (-) angewählt und mit einem kurzen Tastendruck der Taste S302 bestätigt. Zum Verlassen eines geöffneten Menüpunkts ist die Taste S302 ebenfalls für eine Sekunde zu betätigen. Zum Verlassen des kompletten Menüs ist die Taste S302 für insgesamt 3 Sekunden zu drücken. Erfolgt im Menü länger als eine Minute keine Tastenbetätigung, wird das Menü automatisch geschlossen. Die Darstellung der Menüeinträge und der Werte erfolgt über die LED-Matrix.

Uhrzeit und Datum

Da der Bausatz der MKLU1 keinen DCF-Empfänger [2] beinhaltet, müssen das Datum und die Uhrzeit manuell eingegeben werden können. Hierzu nutzen Sie die beiden im Menü befindlichen Einstellungspunkte „Datum“ und „Zeit“, welche bereits auf der ersten Menüebene zu finden sind.

Einstellung des Datums:

- Bestätigen Sie den Menüpunkt „Datum“ mit der Taste S302.
- Auf der LED-Matrix erscheint blinkend das aktuell eingestellte Jahr.
- Stellen Sie mit den Tasten S303 (+) oder S301 (-) das Jahr ein.
- Bestätigen Sie die Eingabe mit der Taste S302 (OK).
- Auf der LED-Matrix erscheinen der aktuell eingestellte Tag und Monat.
- Die Monatsanzeige blinkt.
- Stellen Sie nun mit den Tasten S303 (+) oder S301 (-) den Monat ein.
- Bestätigen Sie die Eingabe mit einem Druck auf die Taste S302 (OK).
- Nun blinkt die Tagesanzeige.
- Stellen Sie nun mit den Tasten S303 (+) oder S301 (-) den Tag ein.
- Bestätigen Sie die Eingabe erneut mit der Taste S302 (OK).

Nach der dritten Bestätigung übernimmt die MKLU1 das eingegebene Datum.

Einstellung der Uhrzeit:

- Bestätigen Sie den Menüpunkt „Zeit“ mit der Taste S302.
- Auf der LED-Matrix erscheinen die aktuell eingestellte Stunde und Minute.
- Die Stundenanzeige blinkt.
- Stellen Sie mit den Tasten S303 (+) oder S301 (-) die Stunden ein.
- Bestätigen Sie die Eingabe mit der Taste S302 (OK).
- Nun blinkt die Minutenanzeige.
- Stellen Sie nun mit den Tasten S303 (+) oder S301 (-) die Minuten ein.
- Bestätigen Sie die Eingabe erneut mit der Taste S302 (OK).

Nach der zweiten Bestätigung übernimmt die MKLU1 die eingegebene Zeit. Zeitgleich werden hierbei die Sekunden auf den Wert Null gesetzt.

Anzeige des aktuellen Datums oder der aktuellen Temperatur

Nach der erfolgten Eingabe von Uhrzeit und Datum wird die Uhrzeit beim Verlassen des Menüs nun auch korrekt angezeigt. Um das aktuelle Datum bzw. die momentane Umgebungstemperatur abfragen zu können, genügt ein einfacher Tastendruck, um diese direkt darzustellen. Zur Darstellung des Datums genügt ein kurzer Druck auf die Taste S303, ab dann ist das Datum für die folgenden 5 Sekunden zu sehen (Bild 9). Im Anschluss wechselt die Anzeige dann wieder zurück zur aktuellen Uhrzeit.

Ähnlich einfach ist die Anzeige der aktuellen Temperatur (Bild 10). Und was lag näher, als nun auch die Taste S301 mit dieser sinnvollen Funktion zu belegen? Durch einen erneuten Tastendruck der jeweiligen Taste innerhalb der 5 Sekunden wechselt die Anzeige sofort wieder auf die aktuelle Uhrzeit.

Das perfekte 5-Minuten-Ei – Timer in der MKLU1

Es gibt viele Situationen, in denen ein schnell einsetzbarer Timer mit Alarmfunktion sehr hilfreich ist. Genau aus diesem Grund ist ein solcher Timer als Funktion in der MKLU1 mit enthalten. Um die Timer-Funktion der MKLU1 aufzurufen, muss nur die Taste S300 (F1) für länger als eine Sekunde gedrückt werden. Auf der LED-Matrix wird dann per Laufschrift

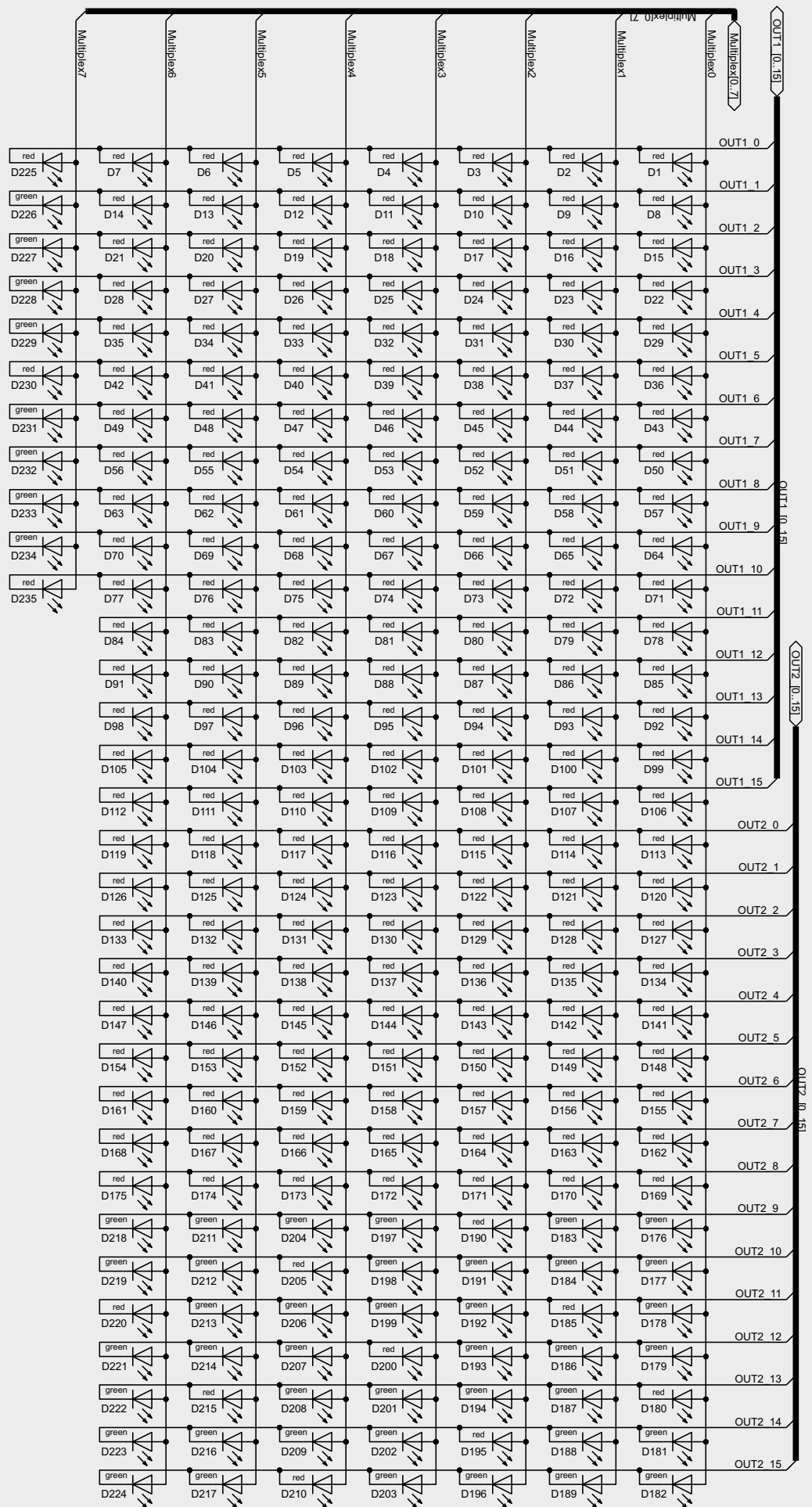


Bild 6: Schaltbild der einzelnen LED-Anschlüsse

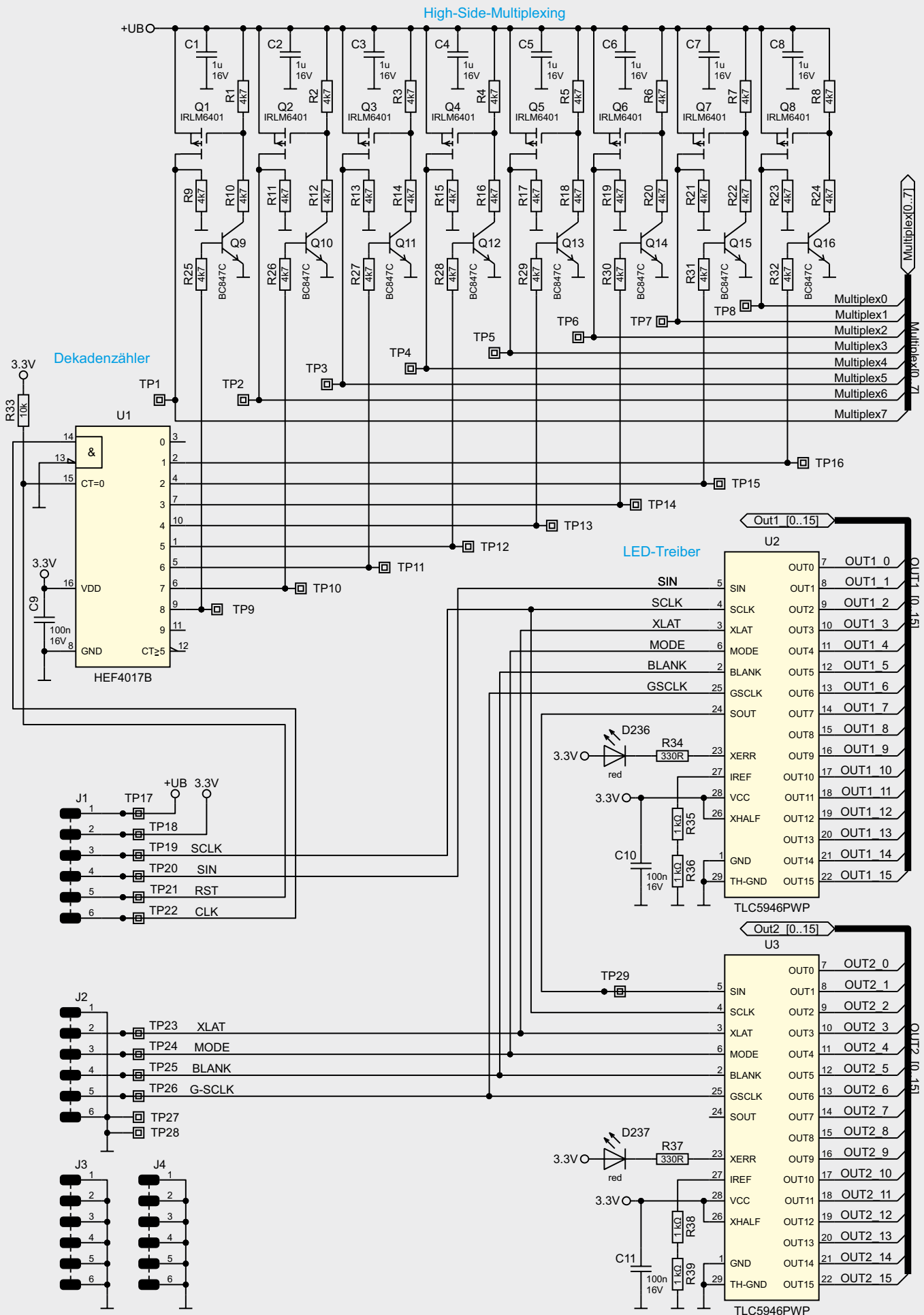


Bild 7: Schaltbild des High-Side-Multiplexing und der LED-Treiber

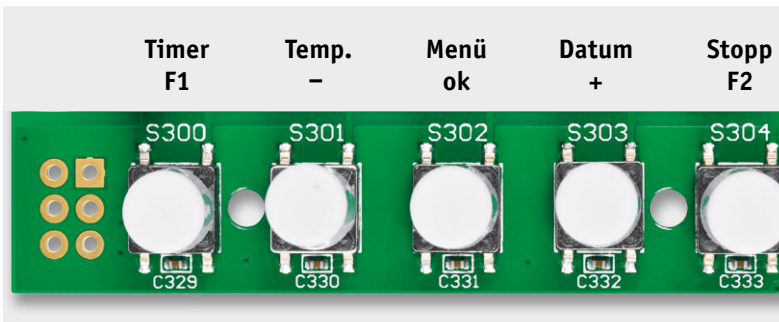


Bild 8: Die Tasten und Funktionen bei der MKLU1

angezeigt, dass die Timer-Funktion gestartet wurde. Zum Verlassen der Timer-Funktion einfach die Taste S300 erneut lang betätigen.

Grundsätzlich wird der Timer mit der zuletzt eingestellten Zeitdauer vorgeladen und kann dann direkt über einen kurzen Tastendruck der Taste S302 gestartet werden, ein erneuter Druck der Taste stoppt den Timer wieder. Über einen langen Tastendruck der Taste S302 setzt sich der Timer wieder auf die voreingestellte Zeitdauer zurück. Dies kann bei einem aktiv laufenden Timer als auch bei einem gestoppten erfolgen.

Die voreingestellte Zeitdauer ab Werk liegt bei 10 Minuten, um diese zu ändern genügt ein kurzer oder langer Tastendruck auf die Taste S301 (-) oder S303 (+) innerhalb der Timer-Funktion.

Ein kurzer Tastendruck ändert die Zeitdauer um je eine Sekunde. Betätigt man eine der beiden Tasten länger, wird die Zeitdauer nun entsprechend der Taste automatisch hoch- bzw. runtergezählt. Abhängig von der Länge des Tastendrucks, erfolgt dies dann in nacheinander gesteigerten Geschwindigkeiten.

Wenn der Timer komplett abgelaufen ist, wird dies mittels eines Alarmtons und/oder einer blinkenden Anzeige signalisiert. Die Art der Signalisierung kann im Menü über den Alarmmodus definiert werden, welcher später noch erklärt wird.

Schnell mal gemessen – die Stoppuhr-Funktion

Zusätzlich zu der beschriebenen Timer-Funktion sind mit der Mini-Kreis-LED-Uhr auch sehr schnell einfache Zeitmessungen möglich. Zum Aktivieren der Stoppuhr genügt ein Tastendruck von länger als eine Sekunde auf die Taste S304 (F2). Auch hier wird über die LED-Matrix ein Lauftext beim Starten der Funktion eingeblendet. Nach dem Aktivieren ist die Zeitanzeige komplett zurückgesetzt und kann somit direkt mit einem kurzen Tastendruck der Taste S302 gestartet werden, auch hier stoppt ein erneuter Druck der Taste die Stoppuhr wieder.

Identisch zu der Timer-Funktion setzt ein langer Tastendruck von S302 die Zeitanzeige zurück. Auch hier kann dies sowohl bei einer aktiv laufenden, als auch bei einer gestoppten Stoppuhr erfolgen. Neben der Darstellung der laufenden Stoppzeit kann mit den Tasten S301 (-) oder S303 (+) per kurzem Tastendruck eine Zwischenzeit für einen kurzen Zeitraum angezeigt werden. Anschließend wird dann wieder die aktuelle Stoppzeit dargestellt. Um die Stoppuhr-Funktion der MKLU1 zu verlassen, ist nur ein erneuter langer Tastendruck der Taste S304 nötig, wonach das Gerät wieder die aktuelle Uhrzeit anzeigt.

Einstellen des Alarmmodus

Die MKLU1 verfügt über drei verschiedene Modi der Alarmierung beim Ablauf eines eingestellten Timers. Auch hier wird die Einstellung über das Menü realisiert und ist unter den Punkten „Alarm Modus“ zu finden. Nachfolgend sind die Unterschiede der Modi aufgelistet. Ein aktivierter Alarm wird automatisch nach 5 Minuten beendet.

- Modus 1: Alarmgeber mit dauerhafter Anzeige
- Modus 2: Alarmgeber mit blinkender Anzeige
- Modus 3: Nur blinkende Anzeige

Anzeigeeinstellungen

Die Helligkeit der eingesetzten LEDs kann entweder fest eingestellt oder über den Lichtsensor dynamisch angepasst werden. Die Aktivierung des Lichtsensors und damit die dynamische Regelung wird im Menü über den Punkt „Lichtsensor → Status“ gesteuert.

Wenn die Sensorfunktion aktiviert ist, werden drei weitere Menüpunkte aktiv, mit denen sich das Regelverhalten des Sensors anpassen lässt und die aktuelle Helligkeit ausgegeben wird.

Der Punkt „Offset“ verschiebt die minimale Helligkeitseinstellung. Wenn also nachts bei Dunkelheit die Anzeige zu hell erscheint, kann man dies durch eine Reduzierung des Werts hier anpassen.

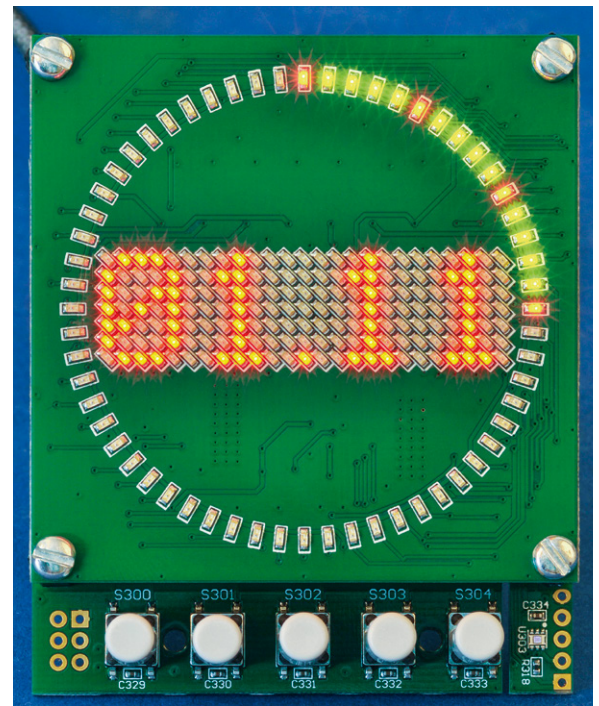


Bild 9: Datumsanzeige

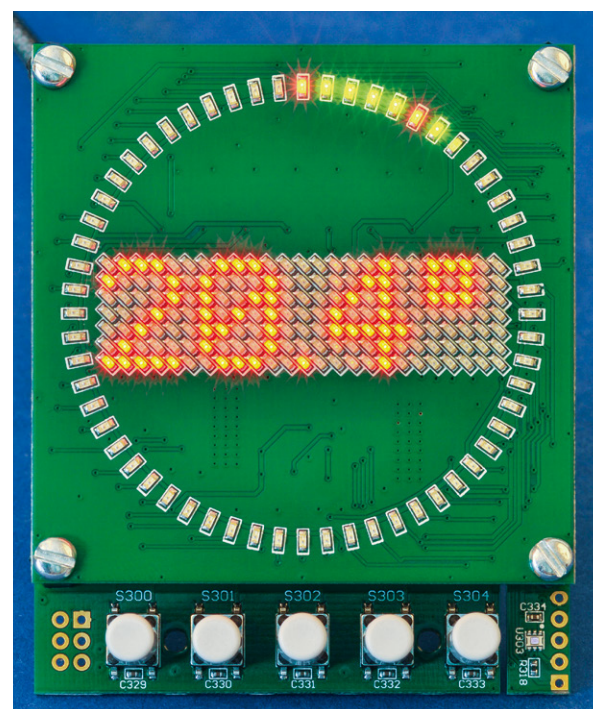


Bild 10: Temperaturanzeige

Der zweite Punkt, „Einfluss“, ändert die Steilheit zum Erreichen der maximalen Helligkeit. Wenn also tagsüber die Anzeige zu dunkel erscheint, kann mit einer Erhöhung des Werts eine Anpassung erfolgen.

Mit dem dritten Menüunterpunkt „Lux“ wird die aktuell vom Sensor gemessene Helligkeit auf dem LED-Matrix-Display dargestellt. Die Messung erfolgt in einem Raster von 100 ms und wird über zehn Messwerte gemittelt. Bei deaktiviertem Sensor erfolgt die Einstellung der Helligkeit über den Menüpunkt Helligkeit im Einstellungs Menü oder direkt über die Tasten S301 (-) und S303 (+).

Um sicherzugehen, dass der Sensor auch korrekt funktioniert, wird eine grundlegende Kontrolle des Sensors beim Start der MKLU1 durchgeführt. Falls nun ein Fehler beim Sensor erkannt wird, wird automatisch die zyklische Kommunikation zum Sensor unterbrochen und die automatische Helligkeitsanpassung deaktiviert. Es ist dann also die Helligkeit aus der manuellen Einstellung aktiv.

Soll die Anzeige nachts z. B. abgedunkelt oder gar komplett abgeschaltet werden, kann man dafür die Stand-by-Funktion nutzen. Diese ermöglicht die Steuerung der Helligkeit über einen definierten Zeitraum mit eingestellter Start- und Endzeit. Die Eingabe der Zeiten wird über die Menüpunkte „Start“ und „Ende“ gestartet und gleicht der Eingabe für die Uhrzeit. Wenn Sie während eines aktiven Stand-by-Zeitraums eine beliebige Taste betätigen, wird die Anzeigehelligkeit für 5 Sekunden erhöht. So können

Sie auch während einer eingestellten Stand-by-Funktion die Uhrzeit an Gerät ablesen.

Die MKLU1 beinhaltet verschiedene Modi zur Darstellung der aktuellen Uhrzeit. Die einzelnen Modi werden durch einen kurzen Tastendruck auf die Taste S302 (OK) durchgeschaltet.

DCF-Empfang

Wird der optional erhältliche DCF-Empfänger eingesetzt, muss die DCF-Funktionalität im Menü der MKLU1 unter dem Menüpunkt „DCF-Empfänger→Status“ aktiviert werden. Nach der Aktivierung erscheint ein zusätzlicher Menüeintrag „Synchronisation“. Über diesen Menüpunkt kann die DCF-Synchronisierung manuell getriggert werden, welche sonst täglich nachts um 03:00 Uhr automatisch startet.

Während der DCF-Synchronisierung wird zur Reduktion von Störeinflüssen die komplette LED-Ansteuerung der LED-Platine deaktiviert. Bei einer manuell gestarteten DCF-Synchronisierung blinkt zur Kontrolle des DCF-Empfanges die DCF-LED D300 im Zwischenraum der beiden Platinen sekundlich im Takt der eintreffenden Datenbits. Nach erfolgreicher Synchronisierung, durch Abbruch mittels eines Tastendrucks oder spätestens nach 10 Minuten wird die LED-Ansteuerung wieder aktiviert.

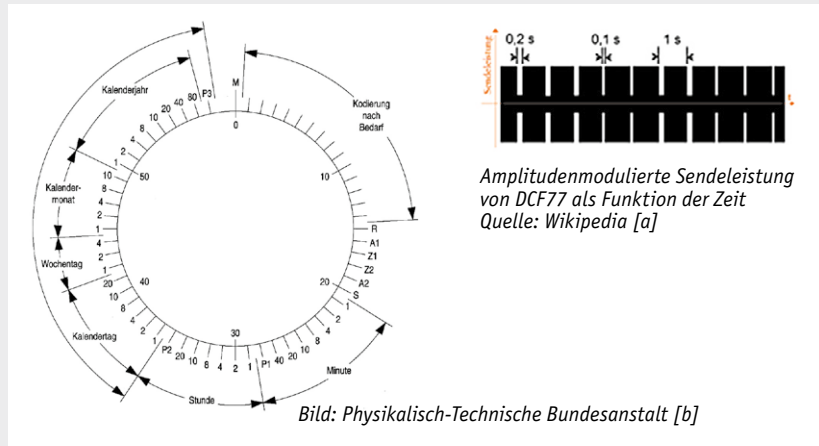
Info über den DCF-Synchronisations-Status

Ob bei der letzten DCF-Synchronisationsphase ein vollständiges DCF-Protokoll empfangen und die Uhrzeit somit auch aktualisiert wurde, ist eventuell eine wichtige Information. Um sich über den Synchronisations-Status informieren zu lassen, kann dazu eine LED in dem Matrixfeld genutzt werden. Dazu muss lediglich im Menüpunkt „DCF-Empfänger“ der Untermenüpunkt „DCF-Info“ aktiviert werden. Solange nun keine Synchronisation stattgefunden hat bzw. diese wieder verloren geht, wird im LED-Matrix-Display die mittlere LED ganz

DCF77-Empfang

DCF77 kennzeichnet den Zeitzeichensender Mainflingen bei Frankfurt am Main. Dieser Langwellensender auf der Frequenz 77,5 kHz sendet ein Zeitzeichensignal mit genauer Information über die aktuelle Zeit und das Datum für das westliche Europa. Die genaue Zeit erhält der Sender von der PTB (Physikalisch-Technischen Bundesanstalt) in Braunschweig. Seit 1959 wird die Normalfrequenz (Sekundentakt) und seit 1973 auch die Datums- und Zeitinformation gesendet. Die Bitrate beträgt 1 Bit pro Sekunde (Sekundenrhythmus), wobei die Information amplituden- und phasenmoduliert ist. In der Regel arbeiten Empfängerschaltungen auf Basis der Amplitudenmodulation, da eine Demodulation des Phasensignals technisch zu aufwendig ist, obwohl diese Modulationsart weniger anfällig für Störungen ist. Die Amplitudenmodulation wird durch Absenken der Trägeramplitude auf etwa 15 % erreicht (negative Modulation).

Als zusätzliche Information zum Sekundentakt wird ein Datentelegramm gesendet, in dem das Datum und die



Amplitudenmodulierte Sendeleistung von DCF77 als Funktion der Zeit
Quelle: Wikipedia [a]

aktuelle Zeit enthalten sind. Die eigentliche Information steckt in der Länge des Sekundentakts. Eine Länge von 100 ms entspricht einer 1, während 200 ms einer logischen 0 entsprechen. In einer Minute können somit 59 Bits übertragen werden. Zur jeweils vollen Minute (59. Sekunde) fehlt das Datenbit, wodurch das folgende Bit zur Synchronisation dient und den Anfang der Minute und somit den Beginn des Datenprotokolls kennzeichnet. Das Datentelegramm wiederholt sich somit jede Minute. Zusätzliche Paritätsbits erlauben eine Fehlererkennung, denn nicht selten kommt es zu Störungen beim Empfang. Die Auswertung der Datenbits auf der Empfängerseite geschieht in der Regel mit einem Mikrocontroller.

[a] <https://de.wikipedia.org/wiki/DCF77>

[b] www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/fachabteilungen/abteilung_4/4.4_zeit_und_frequenz/4.42/dcf77.pdf



links im Sekundentakt blinken. Nach einer erfolgreichen Synchronisation erlischt das Blinken im Display. So hat man jederzeit den DCF-Status im Überblick.

Zeitpunkt der DCF-Synchronisation

Üblicherweise wird für eine DCF-Synchronisierung gerne die Nacht gewählt, da in diesem Zeitraum häufig auch bessere Empfangsbedingungen vorherrschen, aufgrund von weniger aktiven elektrischen Geräten. So auch bei der Mini-Kreis-LED-Uhr. Die ab Werk vorgegebene Uhrzeit, bei der eine DCF-Synchronisierung erfolgen soll, liegt bei 3 Uhr nachts, jedoch kann diese Uhrzeit auch geändert werden. Für die Einstellung des neuen Zeitpunkts wählen Sie im Menüpunkt „DCF-Empfänger“ den Unterpunkt „DCF-Sync-Zeit“. Dort kann dann in gewohnter Weise eine Uhrzeit eingestellt werden. Die neu eingestellte Uhrzeit zur DCF-Synchronisation wird dann im Gerät gespeichert.

Kalibrierung der Echtzeituhr

In manchen Situationen ist der Empfang des DCF-Signals einfach nicht möglich, dies kann bedingt durch bauliche Abschirmung oder durch störende Signale anderer Geräte in der Umgebung gegeben sein. Dadurch ist die regelmäßige Synchronisation mit dem DCF-Zeitsystem unter Umständen nicht möglich. Die MKLU1 läuft dann komplett auf dem von der Echtzeituhr genutzten Quarzsignal. Da jedoch jeder eingesetzte Quarz eine bauteilabhängige Abweichung von der gewünschten Oszillatorfrequenz aufweist, gehen damit betriebene Uhren über kurz oder lang falsch. Eine sehr nützliche Funktion ist dann die manuelle Kalibrierung der Echtzeituhr, welche mit dem Update bereitgestellt wird.

Das Prinzip der Kalibrierung beruht darauf, dass Sie über einen zeitlichen Abstand von mindestens 14 Tagen zwei Uhrzeiteingaben machen. Diese beiden Uhrzeiten synchronisieren Sie mit einer Ihnen zur Verfügung stehenden Referenzzeit, dies kann z. B. die Uhrzeit ihres PCs sein oder eine andere DCF-Uhr. Anhand der eingetretenen zeitlichen Differenz kann ein Korrekturfaktor berechnet werden, der in der Echtzeituhr zu einer Kompensation des Fehlers genutzt wird und die Abweichung auf kleiner 1 ppm ermöglicht.

Für eine manuelle Kalibrierung stellen Sie zunächst das aktuelle Datum und anschließend die Uhrzeit über die bekannten Menüpunkte ein. Nutzen Sie bei der Eingabe der Uhrzeit den Minutenwechsel Ihrer Referenzzeit, um die Eingabe mit der Taste S302 zu bestätigen. Durch die Eingabe der Uhrzeit wird ein Synchronisierungszeitpunkt in der MKLU1 gespeichert. Warten Sie nun mindestens 14 Tage ab. Innerhalb dieses Zeitraums soll die Uhrzeit der MKLU1 ungestört laufen. Nach den 14 Tagen gehen Sie in das Menü und rufen den Unterpunkt „RTC-Kalibrierung“ auf. Hier geben Sie nun erneut das Datum und die Uhrzeit Ihrer Referenzzeit ein. Anhand der gemachten Eingaben kann die MKLU1 nun die Abweichung des Quarzes der Echtzeituhr berechnen und die Kompensation vornehmen.

Einstellungen über die USB-Schnittstelle setzen

Neben der Möglichkeit Firmware-Updates über die vorhandene USB-Schnittstelle einzuspielen, was in dem Abschnitt Bootloader beschrieben wird, können auch einige Einstellungen darüber vorgenommen werden (Bild 11). Hier eine Auflistung der aktuell unterstützten Funktionen:

- Ausgabe der Applikations- und Bootloader-Version
- Uhrzeit lesen und schreiben
- Datum lesen und schreiben
- Letzten Synchronisierungszeitpunkt auslesen
- Quarzkorrekturfaktor lesen und schreiben
- Werksreset starten
- Bootloader der MLU1 starten

Nähere Infos zu der Steuerung über die serielle Schnittstelle gibt es in einem PDF-Dokument zum Download auf der Produktseite [3].

```

COMB - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
v
App: v1.0.000
Boot: v1.0.000
c
Dot Correction gruene LEDs: 31
Dot Correction rot LEDs: 16
Dot Correction Display Leds: 8

d:09.04.20
t:14:04:51
q:+000.00 ppm kompensiert
  
```

Bild 11: Konfiguration über USB

Anzeige zum Batteriewechsel

Die Spannung der eingesetzten CR2032-Back-up-Batterie bei der Echtzeituhr wird in regelmäßigen Abständen gemessen und bewertet. Ab einem definierten Wert wird auf dem Display ein Batteriesymbol angezeigt, welches auf einen Wechsel der Batterie hinweist. Diese Anzeige kann durch die Betätigung einer der vorhandenen Tasten quittiert werden, worauf diese dann auch verschwindet.

Werksreset

Um die MKLU1 wieder in den Werkszustand zu versetzen, befindet sich im Menü der Punkt „Werkseinstellung“. Wird dieser ausgewählt, muss eine zusätzliche Sicherheitsabfrage bestätigt werden. Anschließend startet das Gerät mit den Werkseinstellungen neu.

Bootloader

Die Firmware der Mini-Kreis-LED-Uhr MKLU1 ist über die USB-Schnittstelle eines Computers aktualisierbar. Hierzu wird dann im entsprechenden Fall eine Update-Software mit dazugehöriger Anleitung auf der Produktseite [3] zur Verfügung gestellt. Über den Menüpunkt „Bootloader“ kann die MKLU1 im gegebenen Fall in den Bootloader-Modus versetzt werden. Im Bootloader leuchtet die DCF-LED D300 dauerhaft.

Damit kommen wir nun zum Aufbau des vielseitigen Geräts.

Nachbau

Die zwei Platinen der MKLU1 werden bereits mit bestückten SMD-Bauteilen geliefert, sodass nur noch die bedrahteten Bauteile auf der Steuerplatine angelötet bzw. montiert werden müssen.

Um unnötige Probleme bei der Inbetriebnahme zu vermeiden, sollten die SMD-Bauteile vorweg auf exakte Bestückung und eventuelle Lötfehler kontrolliert werden.

Die Bestückung der bedrahteten Bauteile erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsplans, aber auch die dargestellten Platinenfotos (Bild 12 und 13) liefern hilfreiche Zusatzinformationen.

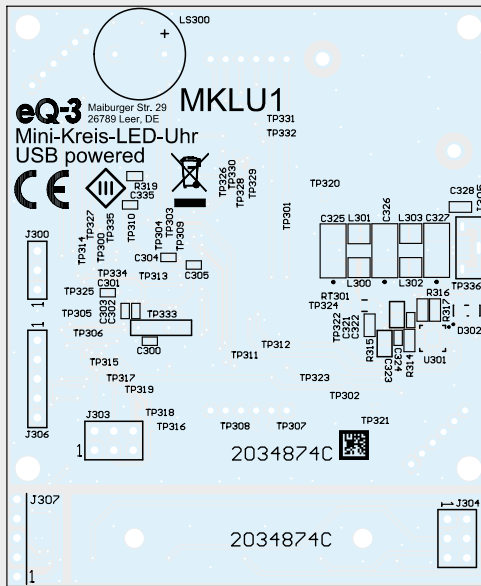
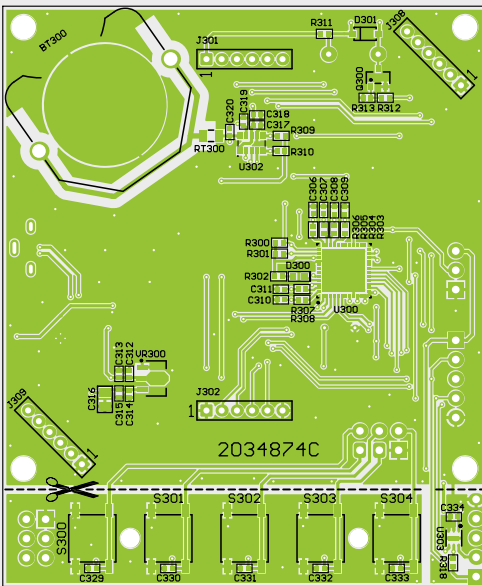
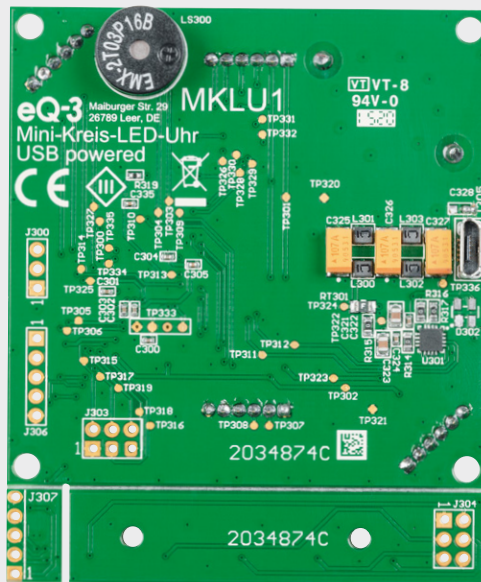
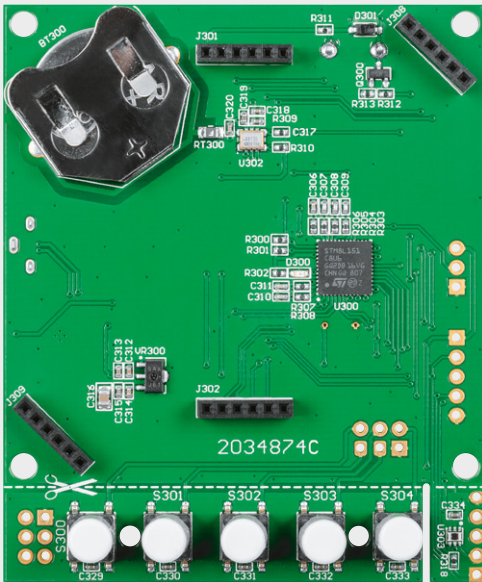


Bild 12: Die Platinenfotos der bestückten MKLU1-Steuerplatine mit zugehörigen Bestückungsplänen (links Bestückungsseite, rechts Lötseite)

Widerstände:

0 Ω/SMD/0603	R314–R317
47 Ω/SMD/0402	R311
100 Ω/SMD/0402	R303–R308
330 Ω/SMD/0402	R302
1 kΩ/SMD/0402	R312, R319
4,7 kΩ/SMD/0402	R300, R301, R318
10 kΩ/SMD/0402	R309, R310, R313
PTC/0,5 A/6 V/SMD/0805	RT300, RT301

Kondensatoren:

100 pF/50 V/SMD/0402	C307–C309
1 nF/50 V/SMD/0402	C306, C310, C311
10 nF/50 V/SMD/0402	C305, C312, C314
100 nF/16 V/SMD/0402	C313, C315, C317, C318, C320, C322, C324, C329–C335
1 µF/16 V/SMD/0402	C300–C304, C319
4,7 µF/16 V/SMD/0805	C321, C323
10 µF/16 V/SMD/0805	C316
100 µF/10 V/SMD/2312	C325–C327

Halbleiter:

ELV201718/SMD	U300
ELV201719/SMD	U301
RX8130CE/SMD	U302
OPT3001	U303
S1206B33U3T1, MCP1700T-3302E/MB/SOT89-3	VR300
BC847C/SMD	Q300
LED/rot/SMD/0603	D300
1N4148W/SMD	D301

Sonstiges:

Speicherdrosseln, SMD, 1,0 µH/ 2,1 A	L300–L303
Stiftleiste, 1x 3-polig, gerade	J300
Buchsenleisten, 1x 6-polig, gerade	J301, J302, J308, J309
Stiftleisten, 2x 3-polig, gerade	J303, J304
USB-Buchse, Micro B, stehend, SMD	J305
Stiftleisten, 1x 5-polig, gerade	J306, J307
Sound-Transducer, 3 V, print, 6,5 mm Höhe	LS301
Mini-Drucktaster TC-06106-075C, 1x ein, SMD	S300–S304
Tastkappendeckel	S300–S304
Batteriehälter für CR2032	BT300
Lithium-Knopfzelle, 3 V, CR2032	BT300
Pfostenverbinder, 6-polig	
Flachbandleitung, AWG28, 6-poles	

Bestückung der Steuerplatine

Die Lötarbeiten an der Steuerplatine sind sehr übersichtlich und innerhalb weniger Minuten erledigt. Zuerst sollten die vier Buchsenleisten J301, J302 und J308, J309 bestückt und angelötet werden.

Im Bild 12 sind links die vier Buchsenleisten zu erkennen. Bitte achten Sie hier unbedingt auf eine genaue Ausrichtung der Buchsenleisten, da es später

ansonsten zu eventuellen Problemen mit dem Zusammenstecken der beiden Platinen kommen dann.

Der auf der Platine vorhandene Bestückungsdruck hilft Ihnen dabei, eine exakte Ausrichtung zu gewährleisten.

Im Anschluss kann der Batteriehalter BAT300 an die vorgesehene Position gesteckt werden. Durch die Formgebung der durchzusteckenden Anschlusspunkte

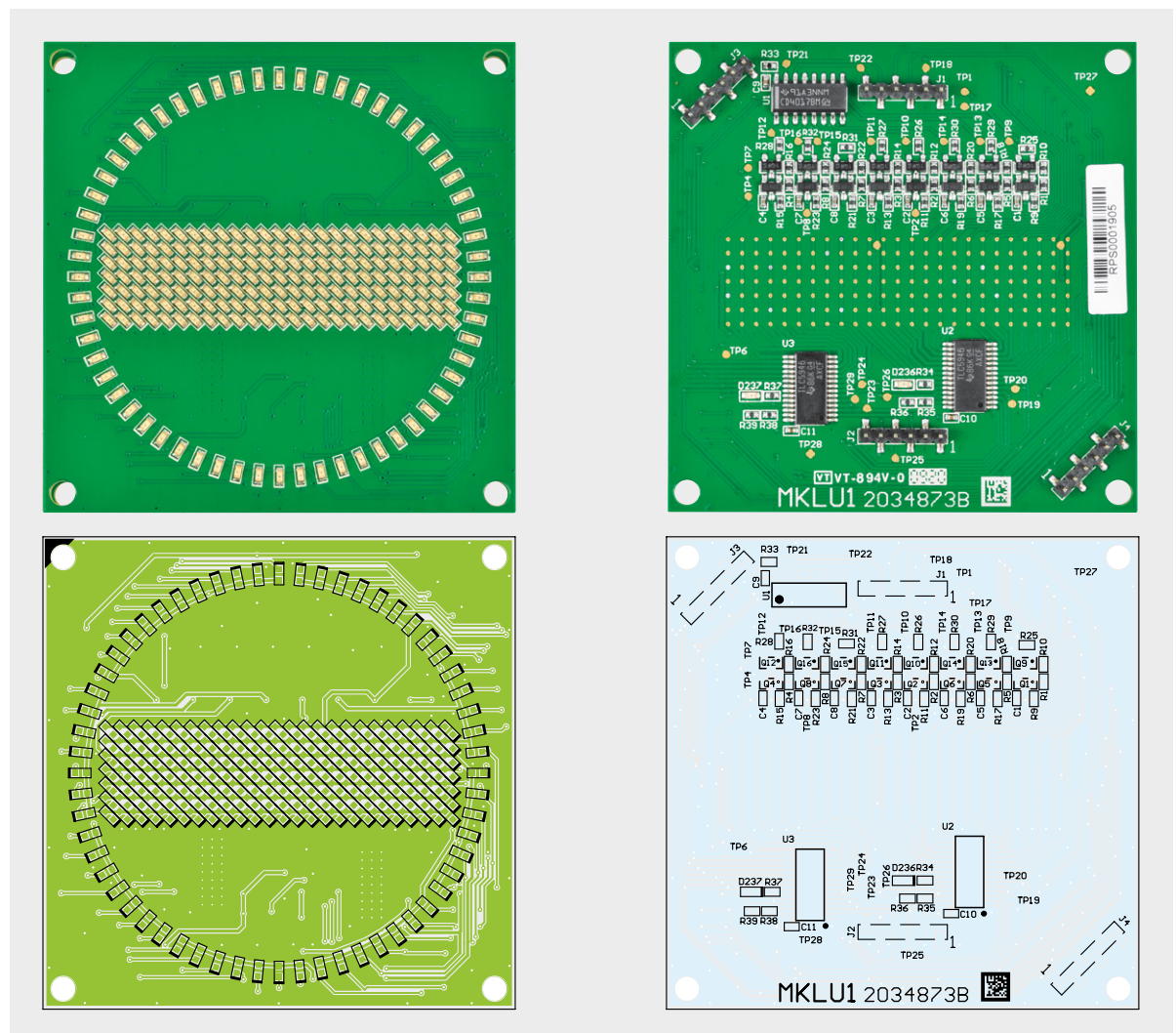


Bild 13: Die Platinenfotos der bestückten MKLU1-LED-Platine mit zugehörigen Bestückungsplänen (links Bestückungsseite, rechts Lötseite)

Widerstände:

330 Ω /SMD/0402	R34, R37
1 k Ω /SMD/0402	R35, R36, R38, R39
4,7 k Ω /SMD/0402	R1–R32
10 k Ω /SMD/0402	R33

Kondensatoren:

100 nF/16 V/SMD/0402	C9–C11
1 μ F/16 V/SMD/0402	C1–C8

Halbleiter:

CD4017B/SMD	U1
TLC5946PWP/SMD	U2, U3
IRLML6401/SMD	Q1–Q8
BC847C/SMD	Q9–Q16

LED/rot/SMD/0603

D1–D175, D180, D185, D190, D195, D200, D205, D210, D215, D220, D225, D230, D235–D237

LED/green/SMD/0603

D176–D179, D181–D184, D186–D189, D191–D194, D196–D199, D201–D204, D206–D209, D211–D214, D216–D219, D221–D224, D226–D229, D231–D234

Sonstiges:

Stiftleisten, 1 x 6-polig, gerade, SMD	J1–J4
Distanzrollen mit Innengewinde, M3 x 8 mm	
Zylinderkopfschrauben, M3 x 5 mm	



des Batteriehalters klemmt dieser sich selbst schon relativ fest an die Platine, wodurch sich das Anlöten auf der Lötseite einfacher gestaltet.

Das letzte Bauteil ist der Lautsprecher LS300, der anders als die vorherigen Bauteile von der Lötseite der Platine her bestückt und auf der Bestückungsseite angelötet wird. Bitte achten Sie bei der Bestückung des Lautsprechers auf die korrekte Positionierung. Auf dem Lautsprechergehäuse befindet sich ein kleiner Aufkleber, mit dem ein Anschlussbeinchen als „+“ markiert wird. Dieses Beinchen ist in die entsprechend gekennzeichnete Öffnung in der Platine zu stecken. Nach dem Anlöten kann der Aufkleber von dem Lautsprecher auch entfernt werden.

Montage und Inbetriebnahme

Bevor die Mini-Kreis-LED-Uhr in Betrieb genommen werden kann, sind die beiden Platinen noch elektrisch und mechanisch miteinander zu verbinden und zu verschrauben. Im Aufmacherbild ist eine komplett aufgebaute MKLU1 dargestellt.

Zunächst sollte die CR2032-Batterie in den Batteriehalter eingelegt werden. Anschließend werden die vier Abstandsbolzen mit jeweils einer M3-Schraube an die Steuerplatine geschraubt. Durch den so vorhandenen Bolzen vor dem Batteriehalter wird ein versehentliches Herausfallen der Batterie verhindert.

Jetzt kann die LED-Platine auf die Steuerplatine aufgesteckt werden. Die korrespondierenden Stift- und Buchsenleisten stellen die elektrische Verbindung zwischen den beiden Platinen her. Damit die Verbindung mechanisch gesichert bleibt, folgt nun das Festschrauben der LED-Platine mit den Abstandsbolzen über die vier verbliebenen M3-Schrauben.

Als Letztes werden nur noch die fünf Tasterkappen aufgesteckt, und die Montage der MKLU1 ist abgeschlossen.


Verwendung des optionalen DCF-Moduls

Für den Betrieb des optionalen DCF-Empfangsmoduls DCF-2 [2] kann dieses über den Lötanschluss J300 einfach mit einer Stiftleiste angelötet werden.

Absetzen der Taster und des Lichtsensors

Für den Einbau der MKLU1 in ein eigenes Gehäuse oder einer Gehäusefront, können – für eine höhere Flexibilität – die Tasten und der Lichtsensor von der Steuerplatine abgetrennt werden. Der Anschluss an die Steuerplatine erfolgt dann über die vorhandenen Lötanschlüsse J303, J304 und J306, J307 mit einzelnen Leitungen.

Für die Inbetriebnahme schließen Sie ein passendes USB-Netzteil in die dafür vorgesehene Micro-USB-Buchse J305 an. Beim ersten Einschalten führt das Gerät einen automatisch generierten Werksreset aus. Nach einer kurzen Zeit erscheint auf dem LED-Matrixfeld eine Laufschrift, die den Namen des Geräts und die aktuelle Versionsnummer der Firmware darstellt. Im Anschluss beginnt die Mini-Kreis-LED-Uhr sofort mit der Anzeige der momentan in der Echtzeituhr eingestellten Zeit. Durch den automatisch generierten Werksreset wird als Uhrzeit 00:00 Uhr nun angezeigt.

Nach dieser Inbetriebnahme sind alle notwendigen Schritte für den Betrieb der MKLU1 erledigt, und Sie können die Konfiguration der Uhr nun gemäß dieser Anleitung vornehmen. Viel Spaß mit dieser schicken und vielseitigen LED-Uhr. 

Geräte-Kurzbezeichnung:	MKLU1
Versorgungsspannung:	5 Vdc/USB powered
Stromaufnahme:	500 mA max.
Anzeige:	60 LEDs für Sekundenanzeige, 175 LEDs für eine 5-Digit-Anzeige mit einer 5x7-Auflösung
Bedienelemente:	5 Tasten
Echtzeituhr:	Quarzbetrieb mit Batteriepufferung Manuell einstellbar oder mit optionalem DCF-Empfänger
Alarmgeber:	Sound Transducer
Helligkeitsregulierung:	Feste Grundhelligkeit einstellbar in 256 Stufen, dynamische Helligkeitsregelung durch den Einsatz des OTP3301-Lichtsensors
Umgebungstemperatur:	5–35 °C
Abmessungen (B x H x T):	63,5 x 76,5 x 18,5 mm
Gewicht:	53 g



Weitere Infos:

[1] ELV Komplettbausatz Kreis-LED-Wecker KLW1: Bestell-Nr. 150261

[2] ELV DCF-Empfangsmodul DCF-2: Bestell-Nr. 091610

ELV Komplettbausatz Externe DCF-Antenne DCF-ET1, ohne DCF-Modul: Bestell-Nr. 142883

[3] Weitere Informationen und Downloads zur MKLU1 im ELVshop: Bestell-Nr. 155482

Alle Links finden Sie auch online unter de.elv.com/elvjournal-links